

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA DISMINUIR  
TIEMPOS DE ENTREGA DEL PROCESO  
PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE HERRAJES EN LA  
EMPRESA MUMA S.A.S**

**ÁNGELA MARÍA GIRALDO BUITRAGO  
MARIANA HERRERA ARANGO**

**Trabajo de grado para optar al título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Director del Trabajo  
HERNANDO ALONSO ARDILA RAMOS  
Ingeniero de Procesos**

**Asesor:  
JORGE ENRIQUE SIERRA SUÁREZ  
Ingeniero de Producción**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ENVIGADO  
2016**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad EIA, a sus profesores y directivos quienes nos acompañaron durante nuestra formación como profesionales.

Agradecemos especialmente al profesor Jorge Enrique Sierra, quien fue un puente entre la empresa MUMA S.A.S y nosotras y estuvo presente durante las diferentes etapas del proyecto, brindándonos asesoría y acompañamiento en el desarrollo de éste.

A la empresa MUMA S.A.S y a Hernando Alonso Ardila, quienes nos permitieron realizar el proyecto en el interior de la empresa y a Andrés Esteban Correa y Jonathan Ramírez, quienes nos facilitaron recursos e información necesaria para el desarrollo de éste.

A nuestras familias y amigos, quienes nos acompañaron y motivaron durante nuestro todo proceso de formación

Ángela María Giraldo B. y Mariana Herrera A.

# CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1. PRELIMINARES .....	10
1.1. Planteamiento del problema .....	10
1.2. Objetivos del proyecto .....	10
1.2.1. Objetivo General .....	10
1.2.2. Objetivos Específicos.....	11
1.3. Marco de referencia .....	11
1.3.1. Empresa MUMA S.A.S .....	11
1.3.2. Capacidad de procesos .....	12
1.3.3. Estudio del trabajo .....	13
1.3.4. Medida del trabajo .....	13
1.3.5. Líneas de ensamble.....	18
2. METODOLOGÍA .....	20
3. DESARROLLO .....	21
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS .....	47

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Costos área de herrajes.....	22
Tabla 2: Piezas defectuosas por área.....	24
Tabla 3: Pareto piezas defectuosas.....	25
Tabla 4: Conteo de reprocesos diarios .....	27
Tabla 5: Tiempos estándar brindados por la empresa .....	31
Tabla 6: Tiempo estándar medido durante el proyecto .....	32
Tabla 7: Capacidad y tiempo estándar actual por referencia .....	36
Tabla 8: Capacidad y tiempo estándar con la implementación de la ganchera diseñada por referencia .....	38
Tabla 9: Comparación tiempo estándar y mejora porcentual por referencia .....	40
Tabla 10: Costos sección de Preparación y Corte .....	41
Tabla 11: Comparación costos y mejora porcentual por referencia.....	43

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de Pareto de piezas defectuosas .....	25
Ilustración 2: Diagrama bimanual de Montaje .....	29
Ilustración 3: Diagrama bimanual de Soplado.....	29
Ilustración 4: Diagrama bimanual de Aspersión .....	30
Ilustración 5 Diagrama bimanual de Desmontaje.....	30
Ilustración 6: Diagrama de Pareto de referencias .....	33
Ilustración 7: Ganchera utilizada actualmente.....	34
Ilustración 8: Ganchera diseñada para implementar .....	36

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo del área de herrajes .....	47
Anexo 2. Distribución "Preparación y corte" .....	48
Anexo 3. Distribución "Pintura y acabados" .....	49
Anexo 4. Histórico de referencias producidas durante el periodo comprendido entre agosto de 2015 y agosto de 2016 .....	50
Anexo 5. Pareto de referencias producidas durante el periodo comprendido entre agosto de 2015 y agosto de 2016 .....	54
Anexo 6. Fotos de las gancheras utilizadas actualmente en el tren de pintura .....	58
Anexo 7. Plano de la ganchera utilizada actualmente .....	59
Anexo 8. Plano de la ganchera diseñada para su implementación .....	59
Anexo 9. Fotos de la implementación de las gancheras diseñadas .....	60

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## **RESUMEN**

Actualmente, las empresas productoras de bienes y servicios deben estar preparadas para enfrentar los cambios económicos y tecnológicos y así poder mantener una ventaja competitiva en el mercado. Es por esto que la empresa MUMA S.A.S ha optado por cambiar gradualmente su forma de producir en las distintas áreas de la empresa, implementando métodos que le permitan lograr ventaja, disminuir costos, garantizar la calidad y sobre todo aprovechar las oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia.

Con el fin de aumentar la eficiencia del área de herrajes de la empresa MUMA S.A.S, se llevaron a cabo diagramas de flujo, medición de tiempos, cálculo y análisis de costos, cálculos de tiempos estándar, proposición de diseños y cambio de una de las herramientas utilizadas dentro de la empresa y cálculo y análisis de la variación porcentual de tiempos y costos tras la implementación de la mejora propuesta.

Como resultado del proyecto se tendrá una disminución en los costos de producción del área de herrajes, la cual se logra a partir de la reducción de los tiempos estándar, alcanzada por medio de la implementación de una nueva ganchera que permita maximizar la eficiencia del tren de pintura.

## **ABSTRACT**

Nowadays, companies that produce goods and services have to be prepared to face the economic and technologic changes in order to keep a competitive advantage in the market. It is because of this, that the company MUMA SAS has opted for gradually change its production technique in different areas of the enterprise, implementing methods that allow the achievement of an advantage, decrease costs, guarantee quality and over all take advantage of the improvement opportunities to increase efficiency.

With the purpose of increasing the efficiency of the ironwork area, flowcharts were developed, time measurement, costs calculations and analysis, and standard times calculations were done, designs and change of one of the tools used at the company were proposed, and a calculation and analysis of the percentage change in time and costs after implementation of the proposed improvement.

As result of the project, a decrease in production costs in the ironwork area, which is achieved from the reduction of standard times, reached through the implementation of a new grip that allows to maximize the efficiency of the painting train.:



## INTRODUCCIÓN

La empresa MUMA S.A.S perteneciente al sector metalmecánico, produce mobiliario para sectores corporativo, industrial, comercial, académico y del hogar. Cuenta con una trayectoria de más de 60 años y es reconocida en el mercado por la calidad de sus productos. Uno de los objetivos de la empresa es lograr mayor productividad y competitividad por medio de implementación o mejoras de sistemas de producción, de forma que se eliminen cuellos de botella, disminuyan los tiempos perdidos, mejorando las habilidades de los puestos de trabajo siempre con el fin de mantener la calidad y excelencia de su portafolio.

Actualmente, las empresas de los diferentes sectores productivos deben contar con las herramientas para adaptarse a las necesidades del mercado y enfrentarse a los demás cambios del entorno. La ingeniería industrial permite realizar cambios tanto en producción como en logística, calidad y procesos con herramientas de Lean Manufacturing, modelación y simulación empresarial, entre otras, que dan la posibilidad de generar más valor para la empresa y desarrollarse tanto productiva como competitivamente.

El presente trabajo incluye mediciones del trabajo e integración de áreas productivas con el fin de aumentar la eficiencia de una línea de producción utilizando herramientas de la ingeniería industrial que le permitan a la empresa MUMA S.A.S disminuir tiempos de proceso y a su vez costos de producción.

## **1. PRELIMINARES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En marzo del 2015 MUMA S.A.S implementó una nueva distribución en la planta de producción, sugerida por el método Lean Manufacturing, buscando aumentar la eficiencia de los procesos por medio de la reducción de los tiempos utilizados en el transporte de material. Después de haber realizado esta redistribución de planta, la empresa ha observado mejoras en las líneas de maderas y ensamble pero, por el contrario, en la línea de herrajes se ha comenzado a observar una gran cantidad de inventarios de productos en proceso debido a que los tiempos requeridos por cada estación y las restricciones del proceso han cambiado.

Las empresas requieren conocer los avances tecnológicos y las necesidades del mercado para así implementar cambios en sus procesos productivos que les permitan continuar siendo competitivas. Realizar cambios en la línea de herrajes de la empresa MUMA S.A.S. puede permitir disminuir los tiempos de flujo de procesos, aumentando la satisfacción de los clientes finales e intermedios, disminuyendo los inventarios de productos en proceso y generando más valor para la empresa. Por lo anterior, por medio de este estudio se busca llegar a una respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo se podrá aumentar la eficiencia del proceso productivo de la línea de herrajes de la empresa MUMA S.A.S?

### **1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1.2.1. Objetivo General**

Elaborar una propuesta de mejoramiento que permita disminuir los tiempos de entrega del proceso productivo en la línea de herrajes en la empresa MUMA S.A.S

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el proceso actual de producción de sillas por medio de la identificación y el análisis de los tiempos y la capacidad de las diferentes etapas del proceso.
- Realizar una propuesta de mejoramiento de la línea de herrajes de la empresa MUMA S.A.S.
- Evaluar la propuesta de mejoramiento por medio de simulación por medio de una prueba piloto, dejando un estándar de operación de la misma.

### **1.3. MARCO DE REFERENCIA**

Para identificar la metodología más apropiada según el contexto y las necesidades de la empresa, se realizó una investigación de herramientas y métodos fundamentales para balancear la línea de herrajes de MUMA S.A.S

#### **1.3.1. Empresa MUMA S.A.S**

MUMA S.A.S. es una empresa perteneciente al sector metalmecánico, enfocada en la producción y comercialización de mobiliario para sectores corporativo, comercial, industrial, académico y del hogar. Fue fundada en el año 1950 por Hernando Muñoz Uribe como “Manufacturas Muñoz” y posteriormente, en el año 2009, cambió su nombre por MUMA. Su planta de producción está ubicada en el sur del Valle de Aburra en el municipio de La Estrella.

MUMA S.A.S cuenta con tres líneas en el área de producción: herrajes, madera y ensamble. La línea de herrajes está compuesta por dos secciones:

- Preparación y corte: se realizan todas las transformaciones de la materia prima.
- Acabados: conformada por pintura y accesorios.

La empresa ha realizado cambios en la distribución de la planta, por medio del método Lean Manufacturing, con el fin de disminuir los tiempos y costos de producción. El primer cambio

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

se realizó en febrero del 2013 en la línea de herrajes, en septiembre del mismo año se cambió la línea de madera y finalmente en junio del 2014 se cambió la línea de ensamble. Después de las modificaciones realizadas en la distribución, se han implementado nuevos cambios para evitar que se den contraflujos o que se presenten restricciones en la programación debido a recursos compartidos para diferentes tipos de productos pero aun así, la línea de herrajes no había reportado mejoras en los tiempos de entrega.

Debido a lo anterior, en el primer semestre del año 2016 se realizó una certificación Green Belt Lean Six Sigma en el área de herrajes, específicamente en la sección preparación y corte. Este proyecto tuvo como resultado la disminución de mano de obra temporal y de los reclamos por garantía, también se alcanzaron mejoras en el proceso de fabricación aportando seguridad, productividad y mejoramiento del ambiente en los puestos de trabajo. A pesar de los buenos resultados que se lograron obtener con esta certificación, la línea de herrajes continúa presentando gran cantidad de inventario de productos en proceso, por lo cual es necesario intervenir nuevamente en la línea de producción.

Hay que considerar que el alcance del área de herrajes comprende hasta la pintura y acabados finales. En consecuencia, las mejoras obtenidas en herrajes podrían afectar el acabado final; de ahí la oportunidad de revisar esta última etapa del proceso para sincronizar los procesos en toda la línea.

### **1.3.2. Capacidad de procesos**

Para considerar que el proceso funciona de manera satisfactoria, se debe establecer que ciertas variables de salida o de respuesta del mismo cumplan con las metas y/o especificaciones. Para realizar lo anterior, una tarea principal del control de calidad es conocer la capacidad o habilidad de un proceso, es decir, determinar la amplitud de la variación natural del proceso para una característica dada. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2010)

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para realizar un estudio de capacidad, se deben tomar datos del proceso durante un periodo de tiempo determinado, dependiendo de la velocidad del proceso de la siguiente forma: si es un proceso masivo que produce muchas piezas por día se deben considerar de cuatro a diez días para posteriormente tomar una pequeña cantidad de productos hasta completar una muestra de 120 a 150; si se trata de un proceso. Por el contrario, si se trata de un proceso con una velocidad baja, que produce pocos productos por día es necesario incrementar el periodo para lograr completar una muestra de por lo menos cincuenta a sesenta productos. En ambos casos para conocer mejor el estado real del proceso, lo ideal es tener más datos y un periodo más amplio. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2010)

### **1.3.3. Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo es un conjunto de técnicas utilizadas para examinar el trabajo humano en todos los contextos, investigando todos los factores que influyen en la eficacia o economía de determinada situación. El estudio del trabajo utiliza principalmente dos técnicas: el estudio de métodos y la medida del trabajo. (Caso Neira, 2006)

### **1.3.4. Medida del trabajo**

La medida del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo invertido por un trabajador en llevar a cabo una tarea determinada. Esta medida permite investigar, reducir y eliminar, de ser posible, tiempos improductivos. Además sirve para tiempos estándares de ejecución. (Caso Neira, 2006)

De acuerdo con Caso Neira, la medida del trabajo consta de las siguientes etapas:

- Seleccionar la tarea que será estudiada
- Registrar los datos relativos al trabajo, a los métodos y los elementos de actividad
- Analizar los datos que han sido registrados, comprobando que se utilizan los métodos más eficaces
- Medir la cantidad de trabajo de cada elemento expresándola en tiempo

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Compilar el tiempo estándar de la operación
  - Definir el método de operación y las actividades a las que corresponde el tiempo medido (Caso Neira, 2006)
- **Estudio de tiempos**

Actualmente el estudio de tiempos ha encontrado un lugar en la planta moderna permitiendo conocer la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, además este estudio es útil para la gerencia ya que por medio de él es posible reducir costos innecesarios y balancear celdas de trabajo con el fin de mejorar los flujos de producción. (Meyers, 2000)

El estudio de tiempos permite realizar modificaciones que, aunque sean pequeñas, deben ser continuas para lograr que la empresa sea competitiva. Una empresa nunca debe dejar de hacer cambios o quedará obsoleta. (Meyers, 2000)

Para realizar un estudio de tiempo se debe medir el tiempo de una muestra del desempeño de un trabajador para así establecer un estándar. Para lograr conseguir dicho estándar, se deben seguir ocho pasos. (Heizer & Render, 2009)

1. Definir la tarea que se va a estudiar. Esto se debe realizar posteriormente de hacer un análisis de métodos.
2. Dividir dicha tarea en elementos.
3. Definir cuántas veces se hará medición de la tarea, es decir, determinar las muestras necesarias.
4. Medir y registrar los tiempos.
5. Calcular el tiempo promedio, con ayuda de la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\text{Suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento}}{\text{Número de observaciones}}$$

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

6. Determinar la calificación del desempeño y posteriormente calcular el tiempo normal para cada elemento. El tiempo normal se entiende como el tiempo promedio observado ajustado a un paso.

*Tiempo normal = Tiempo observado promedio x Factor de calificación del desempeño.*

Se debe tener en cuenta que una calificación de 1.05 indica que el trabajador observado realiza la tarea más rápido que el promedio.

En la siguiente tabla, se pueden ver las holguras en porcentaje que se deben tener en cuenta para varias clases de trabajo

1. Holguras constantes:		(ii) Bastante inadecuada . . . . .	.5
(A) Holgura personal . . . . .	.5	(E) Condiciones atmosféricas (calor y humedad):	
(B) Holgura por fatiga básica . . . . .	.4	Variable . . . . .	.0-10
2. Holguras variables:		(F) Atención cercana:	
(A) Holgura por estar de pie . . . . .	.2	(i) Fino o exacto . . . . .	.2
(B) Holgura por posición anormal:		(ii) Muy fino o muy exacto . . . . .	.5
(i) Incómodo (inclinado) . . . . .	.2	(G) Nivel de ruido:	
(ii) Muy incómodo (acostado, estirado) . . . . .	.7	(i) Intermitente fuerte . . . . .	.2
(C) Uso de fuerza o energía muscular		(ii) Intermitente muy fuerte o muy agudo . . . . .	.5
para levantar, jalar, empujar		(H) Tensión mental:	
Peso levantado (libras):		(i) Complejo o rango amplio de atención . . . . .	.4
20 . . . . .	.3	(ii) Muy complejo . . . . .	.8
40 . . . . .	.9	(I) Tedio:	
60 . . . . .	.17	(i) Tedioso . . . . .	.2
(D) Mala iluminación:		(ii) Muy tedioso . . . . .	.5
(i) Mucho menor que la recomendada . . . . .	.2		

Fuente: Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7ª edición ed.). México: Pearson Educación.

7. Sumar los tiempos normales de cada elemento para así tener el tiempo normal de una tarea.
8. Calcular el tiempo estándar

$$Tiempo\ estándar = \frac{Tiempo\ normal\ total}{1 - Factor\ de\ holgura}$$

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Para realizar un correcto estudio de tiempos, se debe contar con un proceso de muestreo. Para determinar un tamaño de muestra acorde a la investigación se debe tener en cuenta lo siguiente: (Heizer & Render, 2009)

1. Precisión deseada.
2. Nivel de confianza deseado.
3. La variación existente entre los elementos que conforman la tarea, es decir, si hay mucha variación se deberá considerar una muestra más grande.

Teniendo en cuenta los tres aspectos anteriores, la fórmula a utilizar para encontrar el tamaño de muestra ( $n$ ) es la siguiente:

$$n = \left( \frac{zs}{hx'} \right)^2$$

Donde,

- $h$ : nivel de precisión deseado.
- $z$ : número de desviaciones estándar requeridas para llegar al nivel de confianza deseado.
- $s$ : desviación estándar de la muestra inicial.
- $x'$ : media de la muestra inicial.

En la siguiente tabla, se indica la confianza deseada y su valor  $z$ . (Heizer & Render, 2009)

Confianza deseada (%)	Valor $z$
90.0	1.65
95.0	1.96
95.45	2.00
99.0	2.58
99.73	3.00

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



En la vida real, lo más común es no contar con la desviación estándar de la muestra inicial (Heizer & Render, 2009), la cual se deberá calcular de la siguiente forma:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - x')^2}{n - 1}}$$

donde:

- xi: valor de cada observación
- x': número de observaciones en la muestra
- n: media de las observaciones

○ **Muestreo del trabajo**

El muestreo del trabajo permite identificar el porcentaje de tiempo que un trabajador dedica a distintas tareas. (Heizer & Render, 2009). Los resultados que entrega el muestreo del trabajo, se utilizan para determinar la manera en que los trabajadores están asignando su tiempo entre varias actividades. Estos resultados pueden llevar a cambios de personal, reasignación de tareas o estimación del costo de la actividad. A continuación se mostrará el procedimiento para llevar a cabo un muestreo del trabajo.

- Tomar una muestra preliminar para obtener una estimación del valor del parámetro.
- Calcular el tamaño de la muestra requerido.
- Preparar un programa para observar al trabajador en los tiempos adecuados.
- Observar y registrar las actividades del trabajador.
- Determinar en porcentaje, la forma en que los trabajadores utilizan su tiempo.

Se debe usar la siguiente fórmula para estimar el número requerido de observaciones (n):

$$n = \frac{z^2 p(1 - p)}{h^2}$$

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Donde:

- z: número de desviaciones estándar para alcanzar el nivel de confianza deseado.
- p: valor estimado de la proporción de la muestra, es decir, del tiempo que se observa al trabajador ocupado o inactivo.
- h: nivel de error aceptable en porcentaje.

Las desventajas del muestreo del trabajo con respecto al estudio de tiempos es que el trabajo no se divide en elementos, se pueden obtener resultados incorrectos si el observador no sigue rutas aleatorias de traslado y observación, y pierden su exactitud al no ser tan intrusivos como el estudio de tiempos. (Heizer & Render, 2009)

- **Muestreo por conveniencia**

El muestreo por conveniencia, también conocido como muestreo por selección intencionada, consiste en elegir una muestra por métodos no aleatorios de tal manera que sus características sean similares a las de la población objetivo. En este tipo de muestreos la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo. (Casal & Mateu, 2003)

### **1.3.5. Líneas de ensamble**

Una línea de ensamble es un ensamble progresivo, en el cual los pasos siguen un ritmo específico y el tiempo permitido para el procesamiento es igual para todas las estaciones de trabajo. En una línea de ensamble es de gran importancia la habilidad de los operarios o máquinas y la velocidad a la que estos trabajan. Las líneas de ensamble son una tecnología y tienen requisitos por lo cual es necesario conocer la forma de equilibrarlas (Chase & Jacobs, 2014).

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- **Balanceo de líneas de ensamble**

Balancear una línea de ensamble requiere programación y, en algunos casos, modificaciones en la distribución por ejemplo cuando se requiere un cambio en el tamaño o número de las estaciones de trabajo. Para balancear una línea se deben seguir los siguientes pasos: (Chase & Jacobs, 2014)

1. Realizar un diagrama de precedencia especificando la secuencia de las relaciones de las tareas.
2. Determinar el tiempo de ciclo que requiere cada estación de trabajo. Este tiempo es el periodo entre unidades sucesivas que salen de la línea de ensamble.
3. Determinar la cantidad mínima de estaciones requeridas para cumplir con el tiempo de ciclo.
4. Seleccionar reglas para asignar las tareas a las estaciones de trabajo
5. Asignar las tareas a cada estación de trabajo de tal manera que la suma de los tiempos de las tareas correspondan al tiempo de ciclo de la tarea.
6. Evaluar la eficiencia del balanceo de línea.

## 2. METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos específicos propuestos que dan cumplimiento al objetivo general, a continuación se presenta la metodología para cada objetivo:

- Diagnosticar el proceso actual de producción de sillas por medio de la identificación y el análisis de los tiempos y la capacidad de las diferentes etapas del proceso.

Para cumplir con este objetivo, se hará un trabajo de campo visitando las instalaciones de la empresa para identificar las etapas del proceso de herrajes, apoyados en la elaboración del flujograma correspondiente. Este flujograma se complementará con la información histórica del proceso, la cual será suministrada por la empresa. Se validará esta información con un muestreo aleatorio, lo cual permitirá establecer la línea base de trabajo.

- Realizar una propuesta de mejoramiento de la línea de herrajes de la empresa MUMA S.A.S.

De acuerdo con la información recogida anteriormente, se obtendrá también una caracterización de los defectos al finalizar la línea del proceso los cuales se podrán clasificar mediante un diagrama de Pareto para identificar cuáles son los defectos más representativos que afectan la calidad del proceso.

A partir de la identificación de los pocos vitales, se trazará un plan de mejoramiento del proceso apoyados en relaciones causa – efecto que ayudarán a determinar las estrategias para intervenir las etapas del proceso. Dentro de este plan estará contenido un piloto que permitirá evaluar las mejoras.

- Evaluar la propuesta de mejoramiento por medio de simulación por medio de una prueba piloto, dejando un estándar de operación de la misma.

Una vez diseñado el piloto en la etapa anterior, se procederá con su respectiva implementación, análisis, evaluación y conclusiones.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### 3. DESARROLLO

Con el fin de alcanzar los objetivos de este trabajo en la empresa MUMA S.A.S., se desarrollan las siguientes actividades:

1. Se realiza la primer visita a MUMA S.A.S y se tiene una reunión con personal de allí para definir el área que será intervenida.
2. Debido a las necesidades actuales de la empresa, se define que se trabajará en el área de herrajes. Posteriormente, se realizan varias visitas para conocer el funcionamiento de dicha área. A partir de estas visitas se realizó un diagrama de flujo del proceso que se lleva a cabo allí **(ver anexo 1)**.
3. Acá se puede ver que el área de herrajes se divide en dos etapas, las cuales son:
  - Preparación y corte: allí se transforma la materia prima en la forma necesitada para cada referencia. Esta sección cuenta con 40 puestos de trabajo **(ver anexo 2)**, definidos por las siguientes máquinas:
    1. Cortadora automática.
    2. Sierra de disco.
    3. Cortadora semiautomática.
    4. Conificadora.
    5. Dobladora.
    6. Troqueladora.
    7. Punzonadora.
    8. Cizalla.
    9. Taladro.
    10. Soldadura.
    11. Pulidora.
  - Pintura y acabados: esta línea cuenta con un tren de pintura y una sección en la cual se realiza el embotado **(ver anexo 3)**, las actividades realizadas aquí son:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

1. Lavado.
2. Sellado.
3. Soplado.
4. Secado.
5. Pintura.
6. Curado.
7. Embotado.

4. Se realizará un estudio de la distribución de los costos implicados en el área de herrajes con el fin de enfocar el proyecto a la operación con la mayor participación dentro de éstos.

Se solicitó la información necesaria para realizar este estudio, la cual se muestra a continuación:

Descripción	Costo MOD	Costo CIF	Sobreparto	Min base MOD	Tarifa MOD	% OT	Min otras actividades	Min base CIF	Tarifa CIF
Preparación y corte	\$43.206.756	\$40.000.000	\$36.759.482	291375	\$148	14%	40792,5	250582,5	\$306
Pintura y acabados	\$7.405.463	\$39.000.000	\$10.687.018	11655	\$635	14%	1632	10023	\$4.957

**Tabla 1: Costos área de herrajes**

De la tabla anterior entonces, se puede concluir que:

- El costo total por minuto de preparación y corte es de \$458.
- El costo total por minuto de pintura y acabados es de \$5.592

Con la información suministrada por el área de costos se puede ver que el costo de la sección de pintura y acabados es mucho mayor que preparación y corte debido a que los CIF son mucho más altos, donde el gas tiene una participación del 29,9%.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Adicionalmente, se solicitó un histórico de los defectos encontrados en las diferentes etapas de herrajes para observar cuales eran las actividades que más generaban reprocesos.

La información fue suministrada por el área de calidad, la cual se encarga de registrar la cantidad de piezas defectuosas encontradas y el área responsable del defecto encontrado. Los datos obtenidos corresponden al periodo comprendido entre el primero de agosto del año 2015 hasta el 31 de julio del 2016 se encuentran registrados en la siguiente tabla:

Área en la cual se generó el defecto	Cantidad de piezas defectuosas
CORTE ALUMINIO	1
CORTE TUBERIA	278
DOBLEZ LAMINA HERRAJES	19
TROQUELADORAS	89
PULIDO	223
PUNZONADORA	1507
SALIDA DE HERRAJES	23
SOLDADURA HERRAJES	1186
TALADROS	50
DOBLADORA DE LAMINA HIDRAULICA DURMA	26
DOBLADORA DE TUBO BEMA	106
GRUPO DE SOLDADURA PROYECCION	35
GRUPO DE TALADRO DE BANCO TUBERIA	1061
GRUPO DE TROQUELADORAS (TROQ 07 Y 11)	18
GRUPO DOBLADORAS (PEDRAZOLI Y BEMA)	1
GRUPO SOLDADOR MIG	84
GRUPO SOLDADOR TIG	3
PINTURA	671
PULIDORES	107
PUNZONADORA DE LAMINA CONTROL NUMERICO	688

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

SIERRA DE DISCO CHINA	20
SIERRA DE DISCO SEMIAUTOMATICA	1095
SIERRA DE DISCO SEMIAUTOMATICA ALUMINIO	302
SOLDADOR DE PUNTO	4
TALADRO MULTIPLE 2	8
TROQUELADORA 1	298

**Tabla 2: Piezas defectuosas por área**

A continuación se realizó un Diagrama de Pareto, el cual consiste en representar los datos en una gráfica de frecuencias organizándolos de mayor a menor para identificar las principales causas de la mayoría de los efectos producidos. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, el 20% de las causas resuelven el 80% de los problemas (*Alcalde San Miguel, 2007*). Los resultados obtenidos son los siguientes:

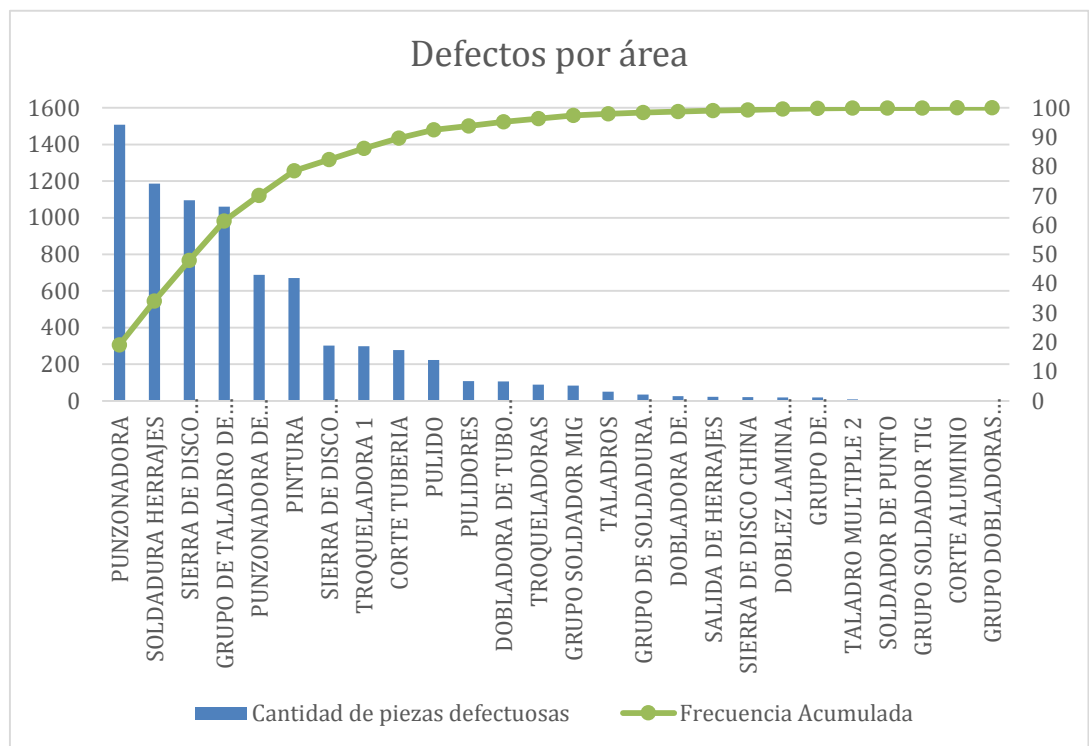
Área en la cual se generó el defecto	Cantidad de piezas defectuosas	Frecuencia relativa	Frecuencia Acumulada
PUNZONADORA	1507	19,07%	19,07%
SOLDADURA HERRAJES	1186	15,01%	34,08%
SIERRA DE DISCO SEMIAUTOMATICA	1095	13,86%	47,93%
GRUPO DE TALADRO DE BANCO TUBERIA	1061	13,43%	61,36%
PUNZONADORA DE LAMINA CONTROL NUMERICO	688	8,71%	70,06%
PINTURA	671	8,49%	78,55%
SIERRA DE DISCO SEMIAUTOMATICA ALUMINIO	302	3,82%	82,37%
TROQUELADORA 1	298	3,77%	86,14%
CORTE TUBERIA	278	3,52%	89,66%
PULIDO	223	2,82%	92,48%
PULIDORES	107	1,35%	93,84%
DOBLADORA DE TUBO BEMA	106	1,34%	95,18%
TROQUELADORAS	89	1,13%	96,31%
GRUPO SOLDADOR MIG	84	1,06%	97,37%
TALADROS	50	0,63%	98,00%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



GRUPO DE SOLDADURA PROYECCION	35	0,44%	98,44%
DOBLADORA DE LAMINA HIDRAULICA DURMA	26	0,33%	98,77%
SALIDA DE HERRAJES	23	0,29%	99,06%
SIERRA DE DISCO CHINA	20	0,25%	99,32%
DOBLEZ LAMINA HERRAJES	19	0,24%	99,56%
GRUPO DE TROQUELADORAS (TROQ 07 Y 11)	18	0,23%	99,78%
TALADRO MULTIPLE 2	8	0,10%	99,89%
SOLDADOR DE PUNTO	4	0,05%	99,94%
GRUPO SOLDADOR TIG	3	0,04%	99,97%
CORTE ALUMINIO	1	0,01%	99,99%
GRUPO DOBLADORAS (PEDRAZOLI Y BEMA)	1	0,01%	100,00%

**Tabla 3: Pareto piezas defectuosas**



**Ilustración 1: Diagrama de Pareto de piezas defectuosas**

De acuerdo al Pareto realizado, se tiene que las actividades en las que se debe enfocar el estudio son:

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Soldadura Herrajes
- Punzonadora
- Grupo de taladro de banco tubería
- Sierra de disco semiautomática
- Punzonadora de lámina control numérico
- Pintura

Posteriormente, se realizó una reunión con los asistentes de ingeniería para definir el plan de trabajo a seguir. Se informó que actualmente se están haciendo modificaciones en la sección de preparación y corte pero en la de pintura y acabados no se ha realizado ningún cambio. Adicionalmente, se dijo que no se tiene un conocimiento completo acerca del estado de la línea de pintura, ya que los operarios no reportan al área de calidad la mayoría de los defectos encontrados en la línea y por esto se decidió realizar un seguimiento a esta situación.

5. Se entrevistó a varios operarios pertenecientes a la línea de pinturas, específicamente a los encargados de montaje y de desmontaje de piezas en el tren y al encargado de los reprocesos. Se les hizo una entrevista donde se preguntaron las razones por las cuales no reportan los reprocesos al área de calidad. Se realizaron las siguientes preguntas:

- a) En el área de pintura, ¿se encuentran reprocesos que no son reportados al área de calidad?
- b) ¿Cuáles son los motivos por los cuales no se reportan estos reprocesos?

Los operarios manifestaron que efectivamente en pintura se encuentran reprocesos y algunos de estos no se reportan al área de calidad por los siguientes motivos:

- Al reportar una pieza defectuosa al área de calidad, se asignarían sobrecostos al área responsable del defecto.

- El proceso de reportar los defectos a calidad es largo y tedioso, lo cual lleva algunas veces al incumplimiento de órdenes.

Lo anterior hace que la forma como se manejan los reprocesos en esta línea sea desmontar la pieza, corregir el defecto y volverla a montar en una ganchera vacía para que pueda seguir su proceso de pintura.

Debido a lo anterior, se decidió realizar un seguimiento a esta área para contar con una información más confiable acerca de los reprocesos generados en esta línea. Se realizó un muestreo por conveniencia durante cinco días, donde se obtuvieron los siguientes datos:

Día #	Cantidad de reprocesos
Día 1	17
Día 2	18
Día 3	14
Día 4	13
Día 5	15

**Tabla 4: Conteo de reprocesos diarios de la línea de pintura**

De estos resultados se determinó que en promedio se realizan 15,4 reprocesos diarios que no son reportados al área de calidad. Para corroborar el resultado anterior, se realizó otra entrevista a los operarios, los cuales informaron que diariamente el número de reprocesos que no son reportados varían en un rango de 10 a 20, lo cual coincide con el resultado del muestreo. Posteriormente, se validó con el supervisor, quien coincidió sobre la confiabilidad de la información.

Al analizar el impacto que tiene el costo de pintura y acabados sobre el costo total de la línea de herrajes y la cantidad de reprocesos que se presentan en esta línea, se decidió enfocar el trabajo en esta sección.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.







6. A continuación se describe la sección de pintura y acabados:

Su inicio se da en la parte de montaje, donde un operario se encarga de subir al tren las diferentes piezas en las gancheras. El recorrido comienza cuando cada pieza pasa por un desengrase, el cual tiene como objetivo la remoción de filmes y suciedades como aceites, grasas o polvos que vienen desde la sección Preparación y Corte. Las piezas siguen su recorrido hacia un enjuague, donde se culmina el desengrase. Posteriormente entran a la sección de activación, donde se hace la preparación de la superficie del metal para la etapa siguiente que es fosfatado. En esta etapa se deposita sobre la superficie una capa de conversión flexible y firmemente adherida al metal, proporcionando una mejor adherencia de pintura y mejorando la resistencia contra la corrosión. Para terminar el proceso de lavados, las piezas siguen su recorrido hacia un enjuague donde se realiza una remoción de residuos provenientes del fosfatado, tales como ácidos residuales, con el fin de evitar la contaminación de las siguientes etapas.

A continuación, un operario se encarga de eliminar los excesos de agua de las piezas por medio de una pistola de soplado para seguir su recorrido a la sección de secado el cual es realizado por medio de un horno. Al salir de allí, las piezas se encuentran listas para la aspersión de pintura, la cual es realizada por un operario dentro de una cabina. En la línea se cuenta con tres cabinas diferentes destinadas para los colores aluminio, blanco y negro. Al salir de allí, las piezas se dirigen a un horno en el cual son curadas. Finalmente, cuando salen del horno de curado, un operario se encarga de realizar el desmontaje de las piezas de sus respectivas gancheras.

Después del proceso de pintura, las piezas se disponen en un espacio destinado para la siguiente etapa, acabados. En ésta, un operario se encarga de realizar el embotado, el cual consiste en insertar tapones o protectores que evitan que las sillas o mesas rayen los suelos o que las piezas se rocen entre sí produciendo un desgaste de la pintura.

Para comenza se realiza un diagrama bimanual, el cual consiste en dividir las operaciones en acciones para analizar qué movimientos pueden ser eliminados o realizados de manera más eficiente, con el fin de comprender mejor las actividades en la línea de pintura. A continuación se muestran los diagramas de las operaciones realizadas dentro del tren de pintura, cabe mencionar que los estudios se realizaron únicamente con operarios diestros, debido a que actualmente la línea de pintura no cuenta con operarios zurdos.

MONTAJE DE PIEZAS AL TREN DE PINTURA			
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M.I	M.D	
1. Espera			1. Se transporta hasta la pieza
2. Espera			2. Toma la pieza
3. Se transporta hasta la pieza			3. Sostiene la pieza
4. Sostiene la pieza			4. Toma el gancho
5. Sostiene la pieza			5. Inserta el/los gancho(s) en la pieza
6. Levanta la pieza			6. Levanta la pieza
7. Sostiene la pieza en el aire			7. Inserta el/los gancho(s) en la ganchera
8. Suelta la pieza			8. Suelta el/los gancho(s)

### Ilustración 2: Diagrama bimanual de Montaje









En el montaje de piezas al tren de pintura, la mano derecha realiza seis operaciones, mientras la izquierda realiza únicamente dos. A pesar de esta diferencia, no es posible trasladar operaciones a la mano izquierda ya que ésta es requerida para el sostenimiento de la pieza mientras la derecha lleva a cabo sus actividades.

SOPLADO DE PIEZAS EN EL TREN DE PINTURA			
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M.I	M.D	
1. Espera			1. Se transporta hasta la pistola
2. Espera			2. Toma la pistola
3. Se transporta hacia la manguera			3. Se transporta hacia la pieza
4. Sostiene la manguera			4. Sopla la pieza

### Ilustración 3: Diagrama bimanual de Soplado















La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

En el soplado de piezas, la mano derecha realiza las actividades principales mientras la mano izquierda se encuentra a la espera. Esto se debe a que en esta etapa del proceso solo se requiere una mano para realizar la actividad principal.

ASPERSIÓN DE PINTURA			
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M.I	M.D	
1. Espera			1. Se transporta hasta la pistola
2. Espera			2. Toma la pistola
3. Se transporta hacia la manguera			3. Se transporta hacia la pieza
4. Sostiene la manguera			4. Pinta la pieza

#### Ilustración 4: Diagrama bimanual de Aspersión

Al igual que en la etapa anterior, solo se requiere de una mano para realizar la actividad principal.

DESMONTAJE DE PIEZAS AL TREN DE PINTURA			
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SÍMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M.I	M.D	
1. Se transporta hacia el gancho			1. Se transporta hasta la pieza
2. Toma el gancho			2. Toma la pieza
3. Desprende el gancho de la ganchera			3. Sostiene la pieza
4. Desprende el gancho de la pieza			4. Sostiene la pieza
5. Se transporta hasta la pieza			5. Sostiene la pieza
6. Toma la pieza			6. Sostiene la pieza
7. Suelta la pieza			7. Suelta la pieza

#### Ilustración 5 Diagrama bimanual de Desmontaje

En esta etapa se puede observar que la mano izquierda realiza la mayoría de las actividades, pero al igual que en montaje, se requiere de la otra mano para sostener la pieza.

De los diagramas bimanuales se encontró que no hay oportunidades de mejora, es decir, se están aprovechando los recursos y realizando las actividades de la manera más eficiente.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

7. Para comenzar con el análisis de tiempos de la línea de pintura, se le solicita al área de ingeniería el tiempo estándar del tren de pintura. Los datos suministrados se muestran a continuación:

<b>Tiempo de ciclo</b>	208 min
<b>Capacidad</b>	188 gancheras
<b>Tiempo normal</b>	1,11 min/ganchera
<b>Tiempo estándar producto pequeño</b>	1,24 min/ganchera
<b>Tiempo estándar producto mediano</b>	1,46 min/ganchera
<b>Tiempo estándar producto grande</b>	1,59 min/ganchera
<b>Tiempo estándar módulo</b>	1,76 min/ganchera

**Tabla 5: Tiempos estándar brindados por la empresa**

El tiempo de ciclo equivale al tiempo que requiere el tren para realizar una vuelta completa y el tiempo normal corresponde al tiempo de ciclo dividido la capacidad. La antigua administración clasificó los productos en pequeños, medianos, grandes y módulos y a cada uno se le asignó un tiempo adicional correspondiente a lo que tardaba un operario en montar y desmontar la pieza al tren. El tiempo estándar por producto era entonces la suma del tiempo normal y el tiempo asignado de acuerdo al tamaño de la pieza. Estos tiempos estándar son calculados asumiendo una única pieza por ganchera.

Se procede a realizar una toma de tiempos para confirmar la información suministrada. Se visitó la planta durante un día completo y, con un cronómetro, se tomó el tiempo de ciclo actual de la ganchera y se realizó una verificación de la cantidad de gancheras. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tiempo de ciclo = 89,65 min

Número total de gancheras del tren = 190

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Número de gancheras deshabilitadas = 6

Los ingenieros de la empresa acordaron tener un suplemento del 11% el cual será adicionado al tiempo normal con el fin de brindarle cierta tolerancia al tiempo estándar. Posteriormente se decide eliminar los tiempos que anteriormente eran añadidos por el montaje y desmontaje de piezas ya que el tren está en constante movimiento y por lo tanto estos no son tiempos extras, sino que están incluidos dentro del tiempo normal del ciclo. Los datos finales obtenidos de la toma de tiempos se muestran a continuación:

<b>Tiempo de ciclo</b>	89,65 min
<b>Capacidad</b>	184 gancheras
<b>Tiempo normal</b>	0,49 min/ganchera
<b>Suplemento 11%</b>	0,05 min/ganchera
<b>Tiempo estándar</b>	0,54 min/ganchera

**Tabla 6: Tiempo estándar medido durante el proyecto**

El cálculo de este tiempo estándar no tiene en cuenta el tamaño de las piezas y asume un único elemento por ganchera.

Se puede observar que hay una variación entre los tiempos estándar con los que estaba trabajando la línea de pintura y el tiempo estándar actual real. Por este motivo se procede a calcular la diferencia porcentual entre ambos valores, tomando como valor inicial un promedio de los cuatro tiempos anteriores y como valor final el valor obtenido con la nueva toma de tiempos:

$$Diferencia\ porcentual = \left| \frac{Valor\ final - Valor\ inicial}{Valor\ inicial} * 100 \right|$$

$$Diferencia\ porcentual = \left| \frac{0,54 - 1,51}{1,51} * 100 \right|$$

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

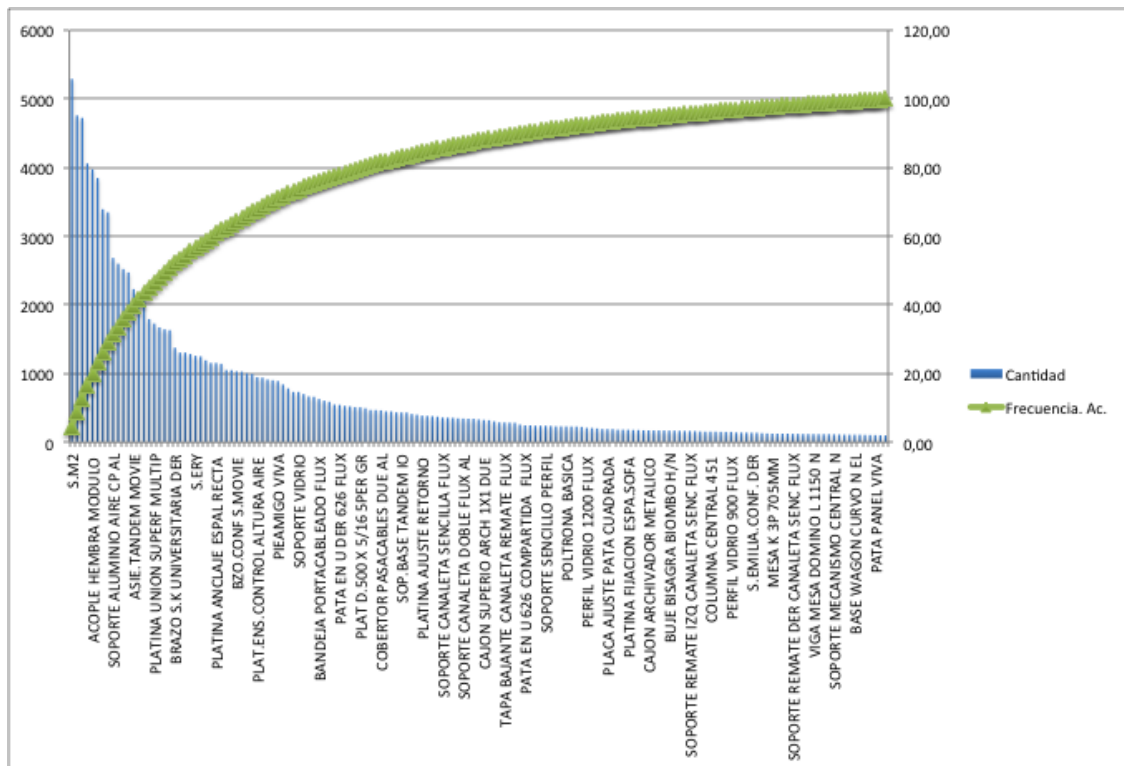


$$\text{Diferencia porcentual} = 64,24\%$$

Finalmente se puede concluir que el tiempo actual de ciclo de la línea de pintura es un 64,24% menor que el tiempo con el cual se estaba trabajando anteriormente, es decir, se identificó que el tiempo estándar anterior estaba errado.

8. Se pidió un histórico de producción al área de planeación, donde se muestran las referencias producidas durante el periodo comprendido entre agosto de 2015 y agosto de 2016 (**ver anexo 4**). Solo se tuvieron en cuenta las referencias cuyo volumen de producción superaba las 100 unidades.

Se realizó un diagrama de Pareto para determinar las referencias en las cuales se enfocará el estudio. Los resultados se ven a continuación:

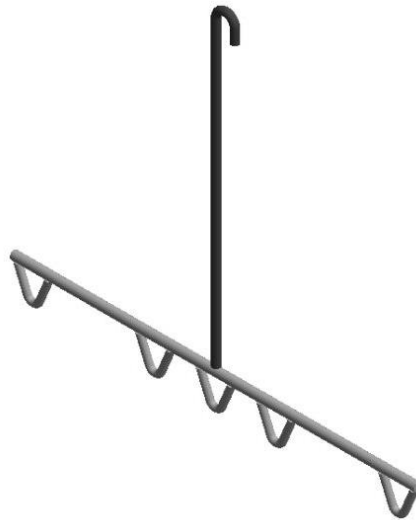


**Ilustración 6: Diagrama de Pareto de referencias**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

Antes de realizar el Pareto, el histórico contaba con un total 159 referencias, el 80% de éstas lo constituyen 57 referencias. En la gráfica presente no se logran evidenciar todas estas referencias debido a la cantidad arrojada por el Pareto. Toda la información puede encontrarse en el anexo 5.

9. Luego de realizar varias visitas a la empresa y observar el proceso (**ver anexo 6**), se determina que la capacidad del tren no está siendo aprovechada debido a que la estructura de las gancheras utilizadas (**ver anexo 7**) limitan la cantidad de unidades. A continuación se muestra la ganchera actual:



**Ilustración 7: Ganchera utilizada actualmente**

La capacidad de la ganchera actual de las referencias seleccionadas en el Pareto se muestra en la siguiente tabla:

Descripción	Productos / Ganchera	Tiempo estándar (min)
S.M2	1	0,54
ACOPLE MACHO MODULO	20	0,03

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

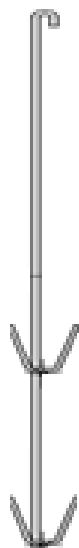
SILLA K	1	0,54
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	150	0,004
ACOPLE HEMBRA MODULO	144	0,03
S.MENTA	1	0,54
S.VERSA	1	0,54
PLATINA ESPALDAR INGO NT	2	0,27
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	12	0,045
S.IO 14-16	1	0,54
TAPON NIVELADOR 2X1	24	0,011
S.MOVIE 4P	1	0,54
ASIE.TANDEM MOVIE	2	0,27
SUM2	1	0,54
S.EMILIA 4PT OVALADA	1	0,54
U DE AJUSTE SUPERFICIES	9	0,06
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	12	0,045
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	12	0,045
S.SILIN 33	1	0,54
PIEAMIGO VIVA II	9	0,06
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	2	0,27
BUJE HEMBRA ASIENTO	9	0,06
BUJE MACHO ESPALDAR	9	0,06
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	12	0,045
S.ERY	1	0,54
SU MOVIE	1	0,54
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	1	0,54
LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	12	0,045
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	12	0,045
U DE AJUSTES VIGA FLUX	12	0,045
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	1	0,54
BCO IO 4 PTS	1	0,54
BZO.CONF S.MOVIE	2	0,27
VIGA 1500 FLUX N	3	0,54

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PATA MESA EN T	1	1,08
ASIE.MOD-TD IO	1	0,54
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	20	0,027
CONECTOR ALUMINIO AIRE	9	0,06
REJILLA PORTADOCUMENTOS K	2	0,27
TAPON LOGO 1X1	72	0,01
PIEAMIGO VIVA	9	0,06
PATA MESA ESTILO	2	0,27
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	2	0,27

**Tabla 7: Capacidad y tiempo estándar actual por referencia**

Tras identificar este poco aprovechamiento se propone, junto con el área de ingeniería de la empresa, el diseño y la implementación de una nueva ganchera, que permita aumentar la capacidad del tren y de esta manera aumentar la eficiencia de éste (**ver anexo 7**). El diseño propuesto puede verse a continuación:



**Ilustración 8: Ganchera diseñada para implementar**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

La capacidad de la ganchera propuesta de las referencias seleccionadas en el Pareto se muestra en la siguiente tabla:

Descripción	Productos / Ganchera	Tiempo estándar (min)
S.M2	4	0,27
ACOPLE MACHO MODULO	156	0,004
SILLA K	4	0,27
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	150	0,004
ACOPLE HEMBRA MODULO	180	0,003
S.MENTA	4	0,27
S.VERSA	4	0,27
PLATINA ESPALDAR INGO NT	2	0,27
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	54	0,01
S.IO 14-16	4	0,27
TAPON NIVELADOR 2X1	84	0,007
S.MOVIE 4P	4	0,27
ASIE.TANDEM MOVIE	2	0,27
SUM2	1	0,54
S.EMILIA 4PT OVALADA	4	0,27
U DE AJUSTE SUPERFICIES	18	0,03
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	24	0,023
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	24	0,023
S.SILIN 33	4	0,27
PIEAMIGO VIVA II	18	0,03
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	2	0,27
BUJE HEMBRA ASIENTO	24	0,023
BUJE MACHO ESPALDAR	24	0,023
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	24	0,023
S.ERY	4	0,27
SU MOVIE	4	0,27
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	2	0,27

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	24	0,023
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	24	0,023
U DE AJUSTES VIGA FLUX	24	0,023
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	10	0,054
BCO IO 4 PTS	1	0,54
BZO.CONF S.MOVIE	2	0,27
VIGA 1500 FLUX N	3	0,54
PATA MESA EN T	1	1,08
ASIE.MOD-TD IO	1	0,54
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	20	0,027
CONECTOR ALUMINIO AIRE	9	0,06
REJILLA PORTADOCUMENTOS K	4	0,14
TAPON LOGO 1X1	77	0,007
PIEAMIGO VIVA	12	0,045
PATA MESA ESTILO	2	0,004
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	4	0,14
PIEAMIGO VIVA	9	0,004
PATA MESA ESTILO	2	0,004
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	2	0,004

**Tabla 8: Capacidad y tiempo estándar con la implementación de la ganchera diseñada por referencia**

10. Tras realizar la prueba de la implementación de la ganchera diseñada durante el proyecto (**ver anexo 8**), se realizó un comparativo de los tiempos estándar utilizando ambas gancheras. A continuación se muestra la variación porcentual de cada referencia:

Descripción	Tiempo estándar actual (min)	Tiempo estándar mejora (min)	Mejora tiempo estándar
S.M2	0,54	0,27	50%
ACOPLE MACHO MODULO	0,03	0,004	87%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

SILLA K	0,54	0,27	50%
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	0,004	0,004	0%
ACOPLE HEMBRA MODULO	0,03	0,003	90%
S.MENTA	0,54	0,27	50%
S.VERSA	0,54	0,27	50%
PLATINA ESPALDAR INGO NT	0,27	0,27	0%
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	0,045	0,01	78%
S.IO 14-16	0,54	0,27	50%
TAPON NIVELADOR 2X1	0,011	0,007	36%
S.MOVIE 4P	0,54	0,27	50%
ASIE.TANDEM MOVIE	0,54	0,54	0%
SUM2	0,54	0,54	0%
S.EMILIA 4PT OVALADA	0,54	0,27	50%
U DE AJUSTE SUPERFICIES	0,06	0,03	50%
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	0,045	0,023	49%
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	0,045	0,023	49%
S.SILIN 33	0,54	0,27	50%
PIEAMIGO VIVA II	0,06	0,03	50%
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	0,27	0,27	0%
BUJE HEMBRA ASIENTO	0,06	0,023	62%
BUJE MACHO ESPALDAR	0,06	0,023	62%
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	0,045	0,023	49%
S.ERY	0,54	0,27	50%
SU MOVIE	0,54	0,27	50%
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	0,54	0,27	50%
LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	0,045	0,023	49%
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	0,045	0,023	49%
U DE AJUSTES VIGA FLUX	0,045	0,023	49%
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	0,54	0,054	90%
BCO IO 4 PTS	0,54	0,54	0%
BZO.CONF S.MOVIE	0,27	0,27	0%
VIGA 1500 FLUX N	0,54	0,54	0%
PATA MESA EN T	1,08	1,08	0%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

ASIE.MOD-TD IO	0,54	0,54	0%
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	0,027	0,027	0%
CONECTOR ALUMINIO AIRE	0,06	0,06	0%
REJILLA PORTADOCUMENTOS K	0,27	0,14	48%
TAPON LOGO 1X1	0,01	0,007	30%
PIEAMIGO VIVA	0,06	0,045	25%
PATA MESA ESTILO	0,27	0,27	0%
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	0,27	0,14	48%

**Tabla 9: Comparación tiempo estándar y mejora porcentual por referencia**

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de la medición del trabajo realizada al comenzar el desarrollo del proyecto, se logró determinar que el tiempo de ciclo de la línea de pintura actual es 0,54 minutos, un 64,24% menor que el tiempo con el cual se estaba trabajando anteriormente.

Adicionalmente, al implementar la ganchera diseñada con el fin de aumentar la eficiencia del tren de pintura, se obtuvieron los siguientes resultados:

- De un total de cuarenta y tres referencias, cuatro tuvieron una mejora superior al 75% y quince una mejora entre el 50% y el 75%
- El 69,77% de las referencias tuvo una disminución en su tiempo estándar mientras que el 30,23% restante no tuvo variación en éste.
- En promedio, hubo una mejoría del 37,18% en el tiempo estándar de las referencias seleccionadas.

Al realizar la prueba con las gancheras diseñadas durante el proyecto, se encontró que para implementarlas adecuadamente sin afectar la calidad del producto, es necesario incorporar otro operario al tren de pintura, específicamente en la sección de pintura. A continuación se muestran los costos asociados al tren de pintura, incorporando un nuevo operario versus la cantidad de operarios actuales.

Descripción	Costo MOD	Costo CIF	Sobrepago	Min base MOD	Tarifa MOD	% OT	Min otras actividades	Min base CIF	Tarifa CIF
6 personas	\$7.405.463	\$39.000.000	\$10.687.018	11655	\$635	14%	1631,7	10023,3	\$4.957
7 personas	\$8.784.445	\$39.000.000	\$10.687.018	11655	\$754	14%	1631,7	10023,3	\$4.957

**Tabla 10: Costos sección de Preparación y Corte**

De la tabla anterior, se puede concluir que:

- El costo total por minuto de preparación y corte con 6 operarios es de \$5.592.
- El costo total por minuto de preparación y corte con 7 operarios es de \$5.711.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

A continuación se realizó un comparativo de los costos del tren de pintura utilizando ambas gancheras teniendo en cuenta la necesidad de un operario extra al implementar la nueva ganchera. En la siguiente tabla pueden observarse los costos de ambos casos y la variación porcentual de cada referencia:

Descripción	Costo unidad actual	Costo unidad mejora	Diferencia porcentual
S.M2	\$3.020	\$1.542	-49%
ACOPLE MACHO MODULO	\$168	\$23	-86%
SILLA K	\$3.020	\$1.542	-49%
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	\$22	\$23	2%
ACOPLE HEMBRA MODULO	\$168	\$17	-90%
S.MENTA	\$3.020	\$1.542	-49%
S.VERSA	\$3.020	\$1.542	-49%
PLATINA ESPALDAR INGO NT	\$1.510	\$1.542	2%
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	\$252	\$57	-77%
S.IO 14-16	\$3.020	\$1.542	-49%
TAPON NIVELADOR 2X1	\$62	\$40	-35%
S.MOVIE 4P	\$3.020	\$1.542	-49%
ASIE.TANDEM MOVIE	\$3.020	\$3.084	2%
SUM2	\$3.020	\$3.084	2%
S.EMILIA 4PT OVALADA	\$3.020	\$1.542	-49%
U DE AJUSTE SUPERFICIES	\$336	\$171	-49%
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	\$252	\$131	-48%
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	\$252	\$131	-48%
S.SILIN 33	\$3.020	\$1.542	-49%
PIEAMIGO VIVA II	\$336	\$171	-49%
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	\$1.510	\$1.542	2%
BUJE HEMBRA ASIENTO	\$336	\$131	-61%
BUJE MACHO ESPALDAR	\$336	\$131	-61%
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	\$252	\$131	-48%
S.ERY	\$3.020	\$1.542	-49%
SU MOVIE	\$3.020	\$1.542	-49%
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	\$3.020	\$1.542	-49%
LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	\$252	\$131	-48%
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	\$252	\$131	-48%
U DE AJUSTES VIGA FLUX	\$252	\$131	-48%
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	\$3.020	\$308	-90%
BCO IO 4 PTS	\$3.020	\$3.084	2%
BZO.CONF S.MOVIE	\$1.510	\$1.542	2%
VIGA 1500 FLUX N	\$3.020	\$3.084	2%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PATA MESA EN T	\$6.040	\$6.168	2%
ASIE.MOD-TD IO	\$3.020	\$3.084	2%
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	\$151	\$154	2%
CONECTOR ALUMINIO AIRE	\$336	\$343	2%
REJILLA PORTADOCUMENTOS K	\$1.510	\$800	-47%
TAPON LOGO 1X1	\$56	\$40	-29%
PIEAMIGO VIVA	\$336	\$257	-23%
PATA MESA ESTILO	\$1.510	\$1.542	2%
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	\$1.510	\$800	-47%

**Tabla 11: Comparación costos y mejora porcentual por referencia**

De la tabla anterior podemos concluir que:

- De un total de cuarenta y tres referencias, cuatro tuvieron una mejora superior al 75% y veintitrés una mejora entre el 40% y el 75%
- El 69,77% de las referencias tuvo una disminución en costo mientras que el 30,23% restante tuvo un incremento en este.
- En promedio, hubo una disminución del 35,85% en el costo del proceso de preparación y corte de las referencias seleccionadas.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## **5. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES**

- Al realizar el diagnóstico del proceso y encontrar que el tiempo actual de ciclo de la línea de pintura era un 64,24% menor que el tiempo con el cual se estaba trabajando anteriormente, se puede ver la importancia de tener conocimiento acerca de los diferentes métodos de medición del trabajo y de realizarlo correctamente ya que contar con datos erróneos en los tiempos lleva a tener sobre costos. Es necesario realizar mediciones del trabajo periódicamente para asegurarse que los datos sean objetivos y que no se han visto alterados.
- Las gancheras utilizadas actualmente en el tren de pintura no permiten optimizar la capacidad de éste, con la implementación de las nuevas gancheras diseñadas se puede incrementar la eficiencia del tren y disminuir tiempos y costos del proceso de preparación y corte. Los recursos subutilizados dentro de las empresas llevan a tener mayores costos debido a que no se está aprovechando la capacidad de las instalaciones y máquinas con las cuales cuenta.
- Por medio de la implementación de las nuevas gancheras se logra disminuir el tiempo estándar del 69,77% de las referencias seleccionadas para el desarrollo del proyecto lo cual lleva a su vez a disminuir el costo de éstas. A pesar de la necesidad de incorporar un operario al tren de pintura para mantener la calidad al implementar la nueva ganchera, el costo se sigue viendo beneficiado con el cambio propuesto.
- Adicional a la mejora realizada por medio de una correcta toma de tiempos, se logra disminuir el tiempo estándar de las referencias seleccionadas en un promedio del 37,18% lo cual lleva a una reducción del costo promedio del 35,85%.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

- La adquisición de nuevos equipos debe ser una alternativa evaluada por MUMA S.A.S periódicamente con el objetivo de implementar nuevas tecnologías que permitan garantizar la calidad del producto, el desarrollo de nuevas metodologías, la disminución de costos y el aumento de la eficiencia productiva.

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

- Desarrollo de programas que fomenten la cultura organizacional, concientizando al personal operativo sobre la importancia de reportar, al área de calidad, los reprocesos realizados en cada área, con el fin de llevar un seguimiento de los diferentes procesos, controlarlos e implementar mejoras de ser requeridas para garantizar la calidad de los productos, la mejora continua de los puestos de trabajo, el control de los costos y la eficiencia de los procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

Alcalde San Miguel, P. (2007). *Calidad*. Paraninfo.

Casal, J., & Mateu, E. (2003). *Tipos de muestreo*. Obtenido de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34046243/TiposMuestreo1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472399145&Signature=xWQB7y7gMxaf7zv%2B1ctD8VsdMSw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTipos\\_Muestreo1.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34046243/TiposMuestreo1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1472399145&Signature=xWQB7y7gMxaf7zv%2B1ctD8VsdMSw%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTipos_Muestreo1.pdf)

Caso Neira, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo* (Segunda ed.). Madrid: Fundación Confemetal.

Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2014). *Administración de operaciones* (13 ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill Education.

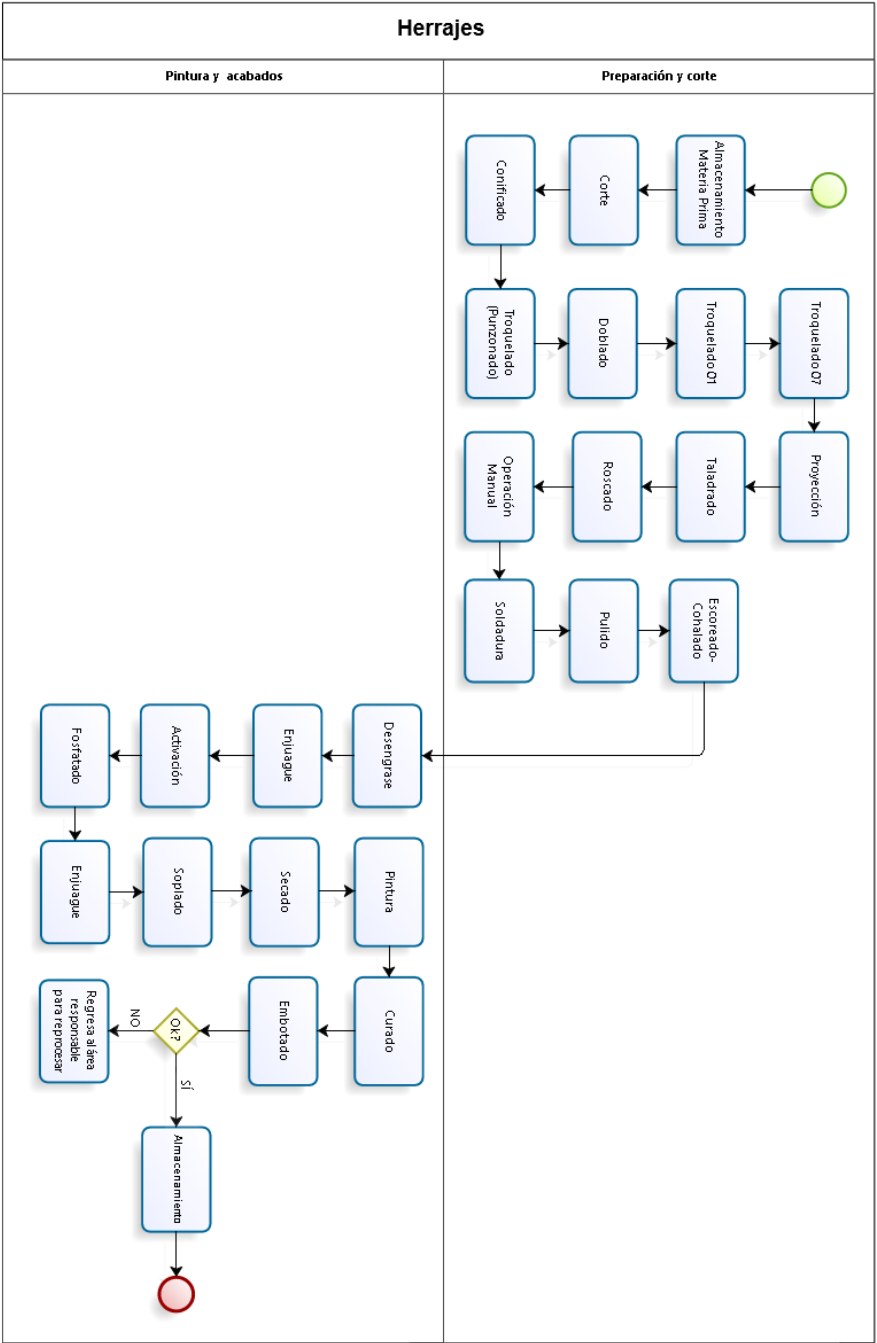
Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2010). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Mexico: Mc Graw Hill.

Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7ª edición ed.). México: Pearson Educación.

Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. (Segunda ed.). Ciudad de México: Pearson Educación.

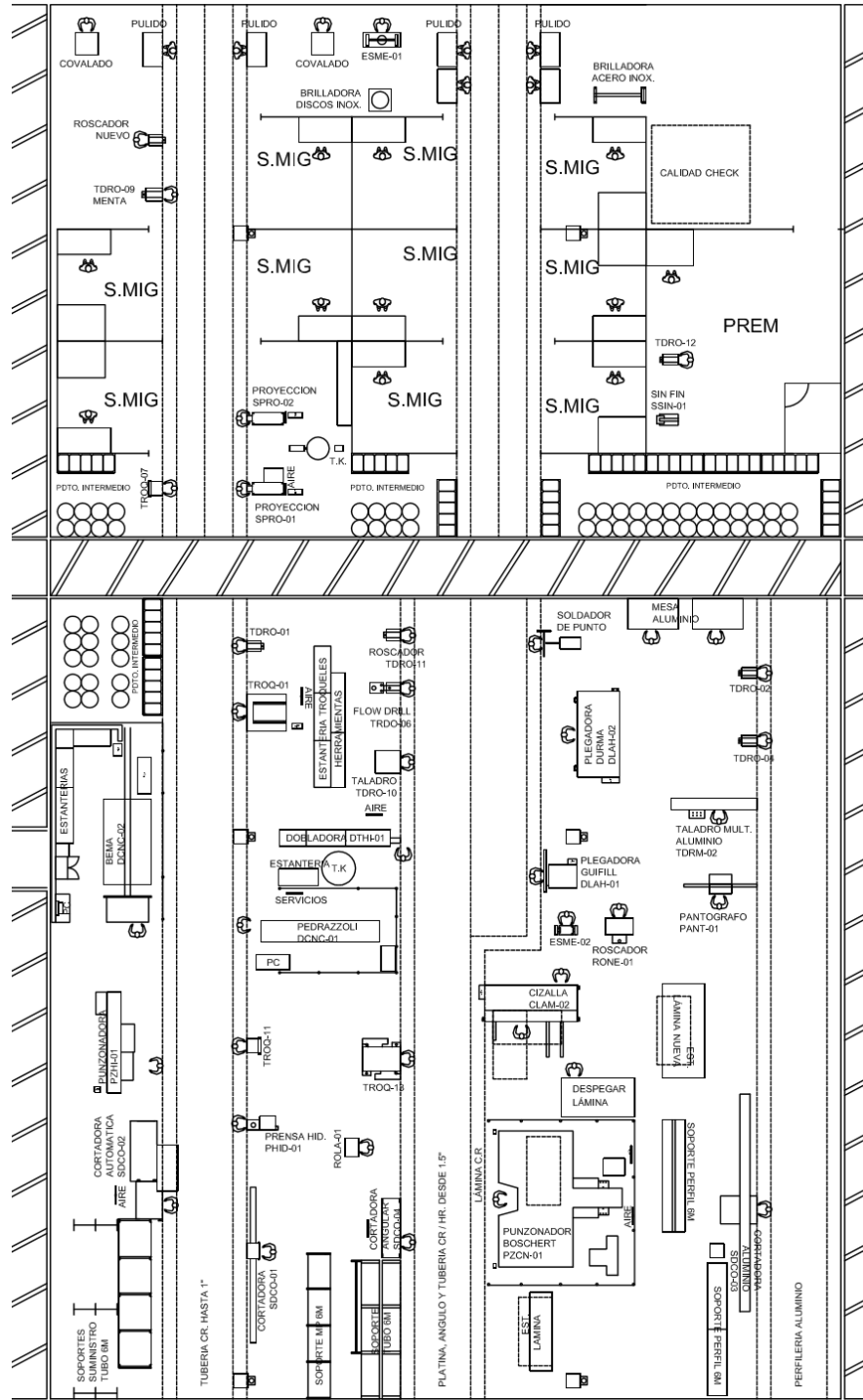
# ANEXOS

## Anexo 1. Diagrama de flujo del área de herrajes



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

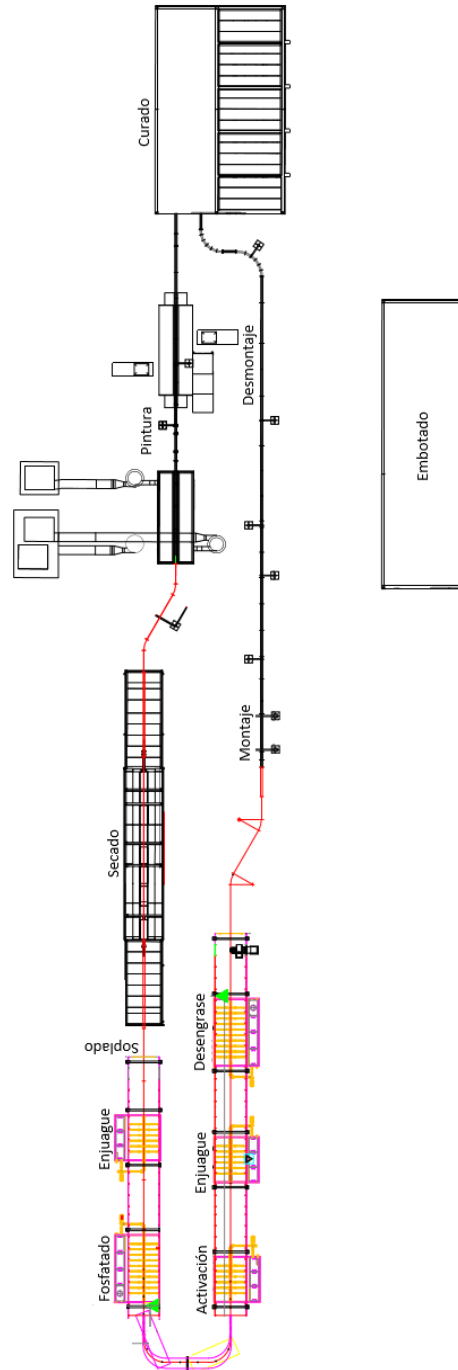
## Anexo 2. Distribución "Preparación y corte"



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



### Anexo 3. Distribución "Pintura y acabados"



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

**Anexo 4. Histórico de referencias producidas durante el periodo comprendido entre agosto de 2015 y agosto de 2016**

Descripción	Cantidad
S.M2	5291
ACOPLE MACHO MODULO	4760
SILLA K	4725
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	4060
ACOPLE HEMBRA MODULO	3974
S.MENTA	3849
S.VERSA	3394
PLATINA ESPALDAR INGO NT	3349
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	2684
S.IO 14-16	2601
TAPON NIVELADOR 2X1	2523
S.MOVIE 4P	2474
ASIE.TANDEM MOVIE	2231
SUM2	2146
S.EMILIA 4PT OVALADA	2110
U DE AJUSTE SUPERFICIES	1794
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	1729
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	1674
S.SILIN 33	1646
PIEAMIGO VIVA II	1633
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	1377
BUJE HEMBRA ASIENTO	1306
BUJE MACHO ESPALDAR	1306
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	1285
S.ERY	1258
SU MOVIE	1251
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	1194
LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	1156
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	1156
U DE AJUSTES VIGA FLUX	1143
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	1053
BCO IO 4 PTS	1051
BZO.CONF S.MOVIE	1033
VIGA 1500 FLUX N	1029
PATA MESA EN T	1004
ASIE.MOD-TD IO	995
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	948
CONECTOR ALUMINIO AIRE	942

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

REJILLA PORTADOCUMENTOS K	914
TAPON LOGO 1X1	904
PIEAMIGO VIVA	892
PATA MESA ESTILO	842
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	785
SOPORTE SUPERFICIE VIDRIO AL	734
SOPORTE VIDRIO	734
COBERTOR PASACABLES 424 AL	702
SOPORTE SUP 4 ARNILLAS CBP	668
MESA K 3P 650MM	663
BANDEJA PORTACABLEADO FLUX	630
MESA K 4P 705MM	606
LAMINA REFUERZO ASIE.POLTRO	590
PLAT D.450 X 5/16 5PER GR	549
PATA EN U DER 626 FLUX	545
S.KENDO ABATIBLE S/BZO C/BOTA N H/AL	530
PERFIL TAPA PASACABLE 424	523
PATA EN U IZQ 626 FLUX	512
PLAT D.500 X 5/16 5PER GR	510
ESCUADRA DE FIJACION V2	496
TANDEM FLOU 3PTOS	471
CHAPETA SUM-5 AL	470
COBERTOR PASACABLES DUE AL	466
SOPORTE SUP 3 ARNILLAS CBP	451
BASE TANDEM FUNDICION IO	450
PLATINA REFUERZO ESCUADRA	436
SOP.BASE TANDEM IO	435
CALZA PIXEL	434
MESA K 4P 650MM	412
PATA EN MARCO IZQ 626 FLUX	402
PLATINA AJUSTE RETORNO	388
PLATINA ANTI-FLEXION	384
PLACA AJUSTE PATA REDONDA	380
PATA EN MARCO DER 626 FLUX	373
SOPORTE CANALETA SENCILLA FLUX	360
MESA SILIN 73 TRAPEZOIDAL	358
PORTAPIE BCO K	356
TAPA CANALETA 1200 FLUX	349
SOPORTE CANALETA DOBLE FLUX AL	346
BCO MENTA 4 PTS	343
PORTAPIE BCO MENTA	342
ACOPLE ANCLAJE	333
CAJON SUPERIO ARCH 1X1 DUE	326

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PATA MESA EN L TAXO	322
CAJON INFERIO ARCH 1X1 DUE	305
TAPA CANALETA 1500 FLUX	290
TAPA BAJANTE CANALETA REMATE FLUX	289
ASIE.TANDEM VERSA	286
SOPORTE ALUMINIO AIRE SP AL	284
VIGA TRAVESANO JUNTAS L 643	258
PATA EN U 626 COMPARTIDA FLUX	247
SOPORTE SUPERFICIE	247
BCO K 4 PTS	241
COLUMNNA BASE PLANA L671	241
SOPORTE SENCILLO PERFIL	240
PLATINA REFUERZO INFERIOR	238
MTIS PATA MESA	232
SOPORTE PATA PANEL VIVA AL	232
POLTRONA BASICA	231
PLATINA ENSAM.VIGA INTERIOR	230
VIGA 1800 FLUX	229
ARNILLA RETORNO DUE	224
PERFIL VIDRIO 1200 FLUX	210
TAPA INTERNA CANALETA 1500 AL	208
COLUMNNA ANCLA 3 ARNILLA 685	202
BASE WAGON 1800 N	193
PLACA AJUSTE PATA CUADRADA	192
VIGA RETORNO L 1250	192
BASE WAGON CURVO N	184
PATA CUADRADA MESA LIVI H:730	184
PLATINA FIJACION ESPA.SOFA	183
CUERPO CANALETA SENCILLA 1500 FLUX	180
VIGA MESA DOMINO L 1450 N	179
HJE MESA AUXILIAR WAGON	175
CAJON ARCHIVADOR METALICO	174
PLATINA DIRECCIONAL MADERA	173
S.MOVIE 4P C/RUEDAS	173
DISCO PLATINA REPUJADO D.200	172
BUJE BISAGRA BIOMBO H/N	170
TRAVESAÑO LATERAL 604	170
TAPA CANALETA 900 AL FLUX	167
BZO SU MOVIE	166
SOPORTE REMATE IZQ CANALETA SENC FLUX	165
PATA EN MARCO 626 COMPARTIDA FLUX	163
PERFIL VIDRIO 1500 FLUX	158
BASE D.350 C-18 REPUJADO 5P	155

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

COLUMNA CENTRAL 451	155
PLATINA DIAM 350 X 5/16	155
PLATINA ANCLAJE VIGA	152
PATA U BASICA VIVA	151
PERFIL VIDRIO 900 FLUX	151
MESA SILIN 48 TRAPEZ	143
PATA EN U 1226 COMPARTIDA FLUX	142
CUERPO CANALETA DOBLE 1200 FLUX	141
S.EMILIA.CONF. DER	140
BASE D.450 REPUJ 5PE C-20	139
CAJA ELECTRICA TRIPLE DUE	133
CUERPO CANALETA SENCILLA 1200 FLUX	129
MESA K 3P 705MM	126
PATA ALMACENAMIEN INFE DER	125
PATA EN U 1426 COMPARTIDA FLUX	125
TAPA FACE PLATES L 442.5 AL VIVA	125
SOPORTE REMATE DER CANALETA SENC FLUX	122
VIGA ESCRITORIO DIRE L 1430 AL	122
MESA K 3P 921MM	120
PATA REDONDO MESA LIVI H:730	120
VIGA MESA DOMINO L 1150 N	119
PATA ALMACENAMIEN INFE IZQ	118
SOPORTE CREMALLERA N	118
TRAVESAÑO FRONTAL 604 AL	118
SOPORTE MECANISMO CENTRAL N	116
TAPA INFER CAJA ELETRICA TRIPLE DUE AL	114
SOPORTE ALMACEN PARED DUE AL	112
BASE D.500 REPUJ 5PE C-20	111
BASE WAGON CURVO N EL	111
S.ERY C/BR	111
MESA EN T 1890	108
PLATINA AJUSTE PERFIL AIRE	106
PATA PANEL VIVA	105
ANGULO LATERAL	103
PATA REDONDO MESA LIVI H:600	100

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

**Anexo 5. Pareto de referencias producidas durante el periodo comprendido entre agosto de 2015 y agosto de 2016**

Descripción	Cantidad	Frecuencia relativa	Frecuencia. acumulada
S.M2	5291	4.60%	4.60%
ACOPLE MACHO MODULO	4760	4.14%	4.14%
SILLA K	4725	4.11%	4.11%
BUJE C.R 3/8" X 14 MM AL	4060	3.53%	3.53%
ACOPLE HEMBRA MODULO	3974	3.45%	3.45%
S.MENTA	3849	3.34%	3.34%
S.versa	3394	2.95%	2.95%
PLATINA ESPALDAR INGO NT	3349	2.91%	2.91%
SOPORTE ALUMINIO AIRE CP AL	2684	2.33%	2.33%
S.IO 14-16	2601	2.26%	2.26%
TAPON NIVELADOR 2X1	2523	2.19%	2.19%
S.MOVIE 4P	2474	2.15%	2.15%
ASIE.TANDEM MOVIE	2231	1.94%	1.94%
SUM2	2146	1.86%	1.86%
S.EMILIA 4PT OVALADA	2110	1.83%	1.83%
U DE AJUSTE SUPERFICIES	1794	1.56%	1.56%
PLATINA UNION SUPERF MULTIP	1729	1.50%	1.50%
SOPORTE DOBLE PERFIL CENTRA AL	1674	1.45%	1.45%
S.SILIN 33	1646	1.43%	1.43%
PIEAMIGO VIVA II	1633	1.42%	1.42%
BRAZO S.K UNIVERSITARIA DER	1377	1.20%	1.20%
BUJE HEMBRA ASIENTO	1306	1.13%	1.13%
BUJE MACHO ESPALDAR	1306	1.13%	1.13%
PLAT.ENSAMBLE MOD-TD IO	1285	1.12%	1.12%
S.ERY	1258	1.09%	1.09%
SU MOVIE	1251	1.09%	1.09%
BANDEJA PORTACABLEADO ABIERTA FLUX	1194	1.04%	1.04%
LAMINA SOPORTE ESPALD BANKO	1156	1.00%	1.00%
PLATINA ANCLAJE ESPAL RECTA	1156	1.00%	1.00%
U DE AJUSTES VIGA FLUX	1143	0.99%	0.99%
TRAVESAÑO PORTAPIE BCO IO	1053	0.92%	0.92%
BCO IO 4 PTS	1051	0.91%	0.91%
BZO.CONF S.MOVIE	1033	0.90%	0.90%
VIGA 1500 FLUX N	1029	0.89%	0.89%
PATA MESA EN T	1004	0.87%	0.87%
ASIE.MOD-TD IO	995	0.86%	0.86%
PLAT.ENS.CONTROL ALTURA AIRE	948	0.82%	0.82%
CONECTOR ALUMINIO AIRE	942	0.82%	0.82%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

REJILLA PORTADOCUMENTOS K	914	0.79%	0.79%
TAPON LOGO 1X1	904	0.79%	0.79%
PIEAMIGO VIVA	892	0.78%	0.78%
PATA MESA ESTILO	842	0.73%	0.73%
REJILLA ENTREPANO S.MARIPOSA	785	0.68%	0.68%
SOPORTE SUPERFICIE VIDRIO AL	734	0.64%	0.64%
SOPORTE VIDRIO	734	0.64%	0.64%
COBERTOR PASACABLES 424 AL	702	0.61%	0.61%
SOPORTE SUP 4 ARNILLAS CBP	668	0.58%	0.58%
MESA K 3P 650MM	663	0.58%	0.58%
BANDEJA PORTACABLEADO FLUX	630	0.55%	0.55%
MESA K 4P 705MM	606	0.53%	0.53%
LAMINA REFUERZO ASIE.POLTRO	590	0.51%	0.51%
PLAT D.450 X 5/16 5PER GR	549	0.48%	0.48%
PATA EN U DER 626 FLUX	545	0.47%	0.47%
S.KENDO ABATIBLE S/BZO C/BOTA N H/AL	530	0.46%	0.46%
PERFIL TAPA PASACABLE 424	523	0.45%	0.45%
PATA EN U IZQ 626 FLUX	512	0.44%	0.44%
PLAT D.500 X 5/16 5PER GR	510	0.44%	0.44%
ESCUADRA DE FIJACION V2	496	0.43%	0.43%
TANDEM FLOU 3PTOS	471	0.41%	0.41%
CHAPETA SUM-5 AL	470	0.41%	0.41%
COBERTOR PASACABLES DUE AL	466	0.40%	0.40%
SOPORTE SUP 3 ARNILLAS CBP	451	0.39%	0.39%
BASE TANDEM FUNDICION IO	450	0.39%	0.39%
PLATINA REFUERZO ESCUADRA	436	0.38%	0.38%
SOP.BASE TANDEM IO	435	0.38%	0.38%
CALZA PIXEL	434	0.38%	0.38%
MESA K 4P 650MM	412	0.36%	0.36%
PATA EN MARCO IZQ 626 FLUX	402	0.35%	0.35%
PLATINA AJUSTE RETORNO	388	0.34%	0.34%
PLATINA ANTI-FLEXION	384	0.33%	0.33%
PLACA AJUSTE PATA REDONDA	380	0.33%	0.33%
PATA EN MARCO DER 626 FLUX	373	0.32%	0.32%
SOPORTE CANALETA SENCILLA FLUX	360	0.31%	0.31%
MESA SILIN 73 TRAPEZOIDAL	358	0.31%	0.31%
PORTAPIE BCO K	356	0.31%	0.31%
TAPA CANALETA 1200 FLUX	349	0.30%	0.30%
SOPORTE CANALETA DOBLE FLUX AL	346	0.30%	0.30%
BCO MENTA 4 PTS	343	0.30%	0.30%
PORTAPIE BCO MENTA	342	0.30%	0.30%
ACOPLE ANCLAJE	333	0.29%	0.29%
CAJON SUPERIO ARCH 1X1 DUE	326	0.28%	0.28%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

PATA MESA EN L TAXO	322	0.28%	0.28%
CAJON INFERIO ARCH 1X1 DUE	305	0.27%	0.27%
TAPA CANALETA 1500 FLUX	290	0.25%	0.25%
TAPA BAJANTE CANALETA REMATE FLUX	289	0.25%	0.25%
ASIE.TANDEM VERSA	286	0.25%	0.25%
SOPORTE ALUMINIO AIRE SP AL	284	0.25%	0.25%
VIGA TRAVESANO JUNTAS L 643	258	0.22%	0.22%
PATA EN U 626 COMPARTIDA FLUX	247	0.21%	0.21%
SOPORTE SUPERFICIE	247	0.21%	0.21%
BCO K 4 PTS	241	0.21%	0.21%
COLUMNNA BASE PLANA L671	241	0.21%	0.21%
SOPORTE SENCILLO PERFIL	240	0.21%	0.21%
PLATINA REFUERZO INFERIOR	238	0.21%	0.21%
MTIS PATA MESA	232	0.20%	0.20%
SOPORTE PATA PANEL VIVA AL	232	0.20%	0.20%
POLTRONA BASICA	231	0.20%	0.20%
PLATINA ENSAM.VIGA INTERIOR	230	0.20%	0.20%
VIGA 1800 FLUX	229	0.20%	0.20%
ARNILLA RETORNO DUE	224	0.19%	0.19%
PERFIL VIDRIO 1200 FLUX	210	0.18%	0.18%
TAPA INTERNA CANALETA 1500 AL	208	0.18%	0.18%
COLUMNNA ANCLA 3 ARNILLA 685	202	0.18%	0.18%
BASE WAGON 1800 N	193	0.17%	0.17%
PLACA AJUSTE PATA CUADRADA	192	0.17%	0.17%
VIGA RETORNO L 1250	192	0.17%	0.17%
BASE WAGON CURVO N	184	0.16%	0.16%
PATA CUADRADA MESA LIVI H:730	184	0.16%	0.16%
PLATINA FIJACION ESPA.SOFA	183	0.16%	0.16%
CUERPO CANALETA SENCILLA 1500 FLUX	180	0.16%	0.16%
VIGA MESA DOMINO L 1450 N	179	0.16%	0.16%
HJE MESA AUXILIAR WAGON	175	0.15%	0.15%
CAJON ARCHIVADOR METALICO	174	0.15%	0.15%
PLATINA DIRECCIONAL MADERA	173	0.15%	0.15%
S.MOVIE 4P C/RUEDAS	173	0.15%	0.15%
DISCO PLATINA REPUJADO D.200	172	0.15%	0.15%
BUJE BISAGRA BIOMBO H/N	170	0.15%	0.15%
TRAVESAÑO LATERAL 604	170	0.15%	0.15%
TAPA CANALETA 900 AL FLUX	167	0.15%	0.15%
BZO SU MOVIE	166	0.14%	0.14%
SOPORTE REMATE IZQ CANALETA SENC FLUX	165	0.14%	0.14%
PATA EN MARCO 626 COMPARTIDA FLUX	163	0.14%	0.14%
PERFIL VIDRIO 1500 FLUX	158	0.14%	0.14%
BASE D.350 C-18 REPUJADO 5P	155	0.13%	0.13%

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.



COLUMNA CENTRAL 451	155	0.13%	0.13%
PLATINA DIAM 350 X 5/16	155	0.13%	0.13%
PLATINA ANCLAJE VIGA	152	0.13%	0.13%
PATA U BASICA VIVA	151	0.13%	0.13%
PERFIL VIDRIO 900 FLUX	151	0.13%	0.13%
MESA SILIN 48 TRAPEZ	143	0.12%	0.12%
PATA EN U 1226 COMPARTIDA FLUX	142	0.12%	0.12%
CUERPO CANALETA DOBLE 1200 FLUX	141	0.12%	0.12%
S.EMILIA.CONF. DER	140	0.12%	0.12%
BASE D.450 REPUJ 5PE C-20	139	0.12%	0.12%
CAJA ELECTRICA TRIPLE DUE	133	0.12%	0.12%
CUERPO CANALETA SENCILLA 1200 FLUX	129	0.11%	0.11%
MESA K 3P 705MM	126	0.11%	0.11%
PATA ALMACENAMIEN INFE DER	125	0.11%	0.11%
PATA EN U 1426 COMPARTIDA FLUX	125	0.11%	0.11%
TAPA FACE PLATES L 442.5 AL VIVA	125	0.11%	0.11%
SOPORTE REMATE DER CANALETA SENC FLUX	122	0.11%	0.11%
VIGA ESCRITORIO DIRE L 1430 AL	122	0.11%	0.11%
MESA K 3P 921MM	120	0.10%	0.10%
PATA REDONDO MESA LIVI H:730	120	0.10%	0.10%
VIGA MESA DOMINO L 1150 N	119	0.10%	0.10%
PATA ALMACENAMIEN INFE IZQ	118	0.10%	0.10%
SOPORTE CREMALLERA N	118	0.10%	0.10%
TRAVESAÑO FRONTAL 604 AL	118	0.10%	0.10%
SOPORTE MECANISMO CENTRAL N	116	0.10%	0.10%
TAPA INFER CAJA ELETRICA TRIPLE DUE AL	114	0.10%	0.10%
SOPORTE ALMACEN PARED DUE AL	112	0.10%	0.10%
BASE D.500 REPUJ 5PE C-20	111	0.10%	0.10%
BASE WAGON CURVO N EL	111	0.10%	0.10%
S.ERY C/BR	111	0.10%	0.10%
MESA EN T 1890	108	0.09%	0.09%
PLATINA AJUSTE PERFIL AIRE	106	0.09%	0.09%
PATA PANEL VIVA	105	0.09%	0.09%
ANGULO LATERAL	103	0.09%	0.09%
PATA REDONDO MESA LIVI H:600	100	0.09%	0.09%

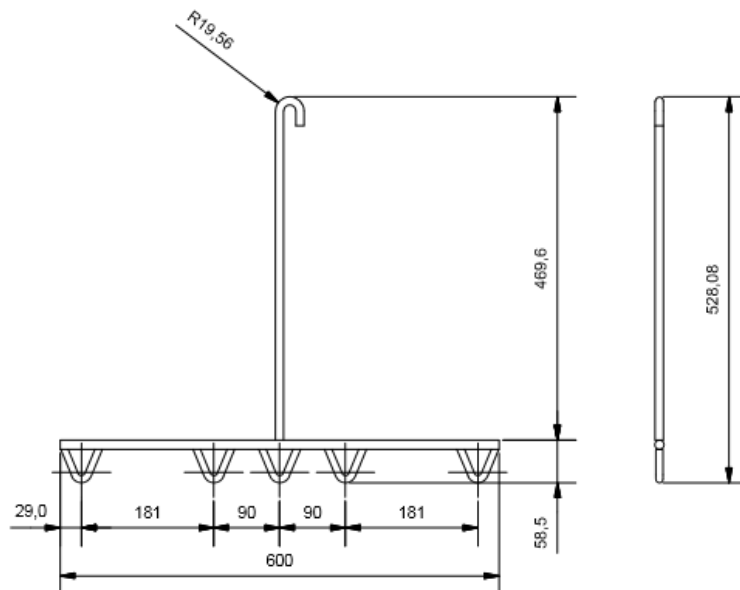
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

## Anexo 6. Fotos de las gancheras utilizadas actualmente en el tren de pintura



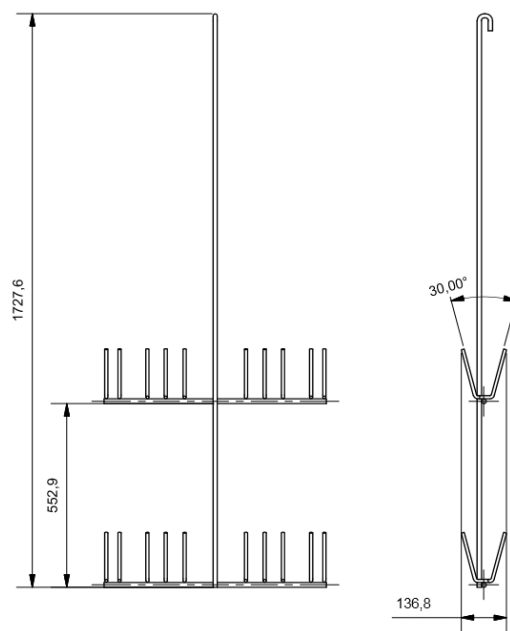
La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### Anexo 7. Plano de la ganchera utilizada actualmente



Medidas en centímetros

### Anexo 8. Plano de la ganchera diseñada para su implementación



Medidas en centímetros

La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.

### Anexo 9. Fotos de la implementación de las gancheras diseñadas



La información presentada en este documento es de exclusiva responsabilidad de los autores y no compromete a la EIA.